

# EvolVille

## L'évolution s'invite en ville

A. Muratet, L. Hardion, K. Fujiki, A. Hector



## ÉQUIPE ET PARTENAIRES EVOLVILLE

**Laboratoire image ville environnement :** Étienne CHANEZ,  
Christophe ENAUX, Kenji FUJIKI, Laurent HARDION, Pierre-Alexis  
HERRAULT, Éric MAIRE, Audrey MURATET, Anne PUISSANT,  
Grzegorz SKUPINSKI

**Eurométropole de Strasbourg :** Mina CHARNAUX, Adine HECTOR,  
Camille TARRIEU et les nombreux gestionnaires.

**Jardin botanique de l'Université de Strasbourg :** Frédéric TOURNAY,  
Christophe GASS et l'ensemble des jardiniers

**Zone Atelier Environnementale Urbaine :** Sandrine GLATRON

**Etudiants :** Benjamin BAUDON, Félix GARDOT, Lucas GASNIER,  
Julien GAUER, Clément GROS, Manon GUILLAUME, Margot KUNTZ,  
Camille KURST, Tristan LAMBRY, Martin MEYER, Maxime PUJEAUT,  
Victor TALMOT, Hugo TICHIT.

*Le Port autonome de Strasbourg, l'Aéroclub d'Alsace, le Conservatoire  
d'Espaces Naturels d'Alsace, le bailleur Ophéa, la SPL-2 rives, les villes de  
Bischheim et Schiltigheim*

Avec le soutien de **BAUM** (PUCA et OFB) et l'**Université de  
Strasbourg**

# LA RECHERCHE EN ÉCOLOGIE URBAINE

**Alberti et al. 2022** Detecting patterns of vertebrate biodiversity across the multidimensional urban landscape. *Ecology Letters*.

**Knapp et al. 2021** A research agenda for urban biodiversity in the global extinction crisis. *BioScience*.

**Swan et al. 2021** A framework for understanding how biodiversity patterns unfold across multiple spatial scales in urban ecosystems. *Ecosphere*.

**Williams et al. 2015** Urbanisation, plant traits and the composition of urban floras. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and*.

1. Analyse spatiale ou structurelle de l'urbanisation
2. Approche taxonomique de la biodiversité
3. Description de patrons de réponse (communauté ou population)

# LA RECHERCHE EN ÉCOLOGIE URBAINE

Alberti *et al.* 2022 Detecting patterns of vertebrate biodiversity across the multidimensional urban landscape. *Ecology Letters*.

Knapp *et al.* 2021 A research agenda for urban biodiversity in the global extinction crisis. *BioScience*.

Swan *et al.* 2021 A framework for understanding how biodiversity patterns unfold across multiple spatial scales in urban ecosystems. *Ecosphere*.

Williams *et al.* 2015 Urbanisation, plant traits and the composition of urban floras. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and*

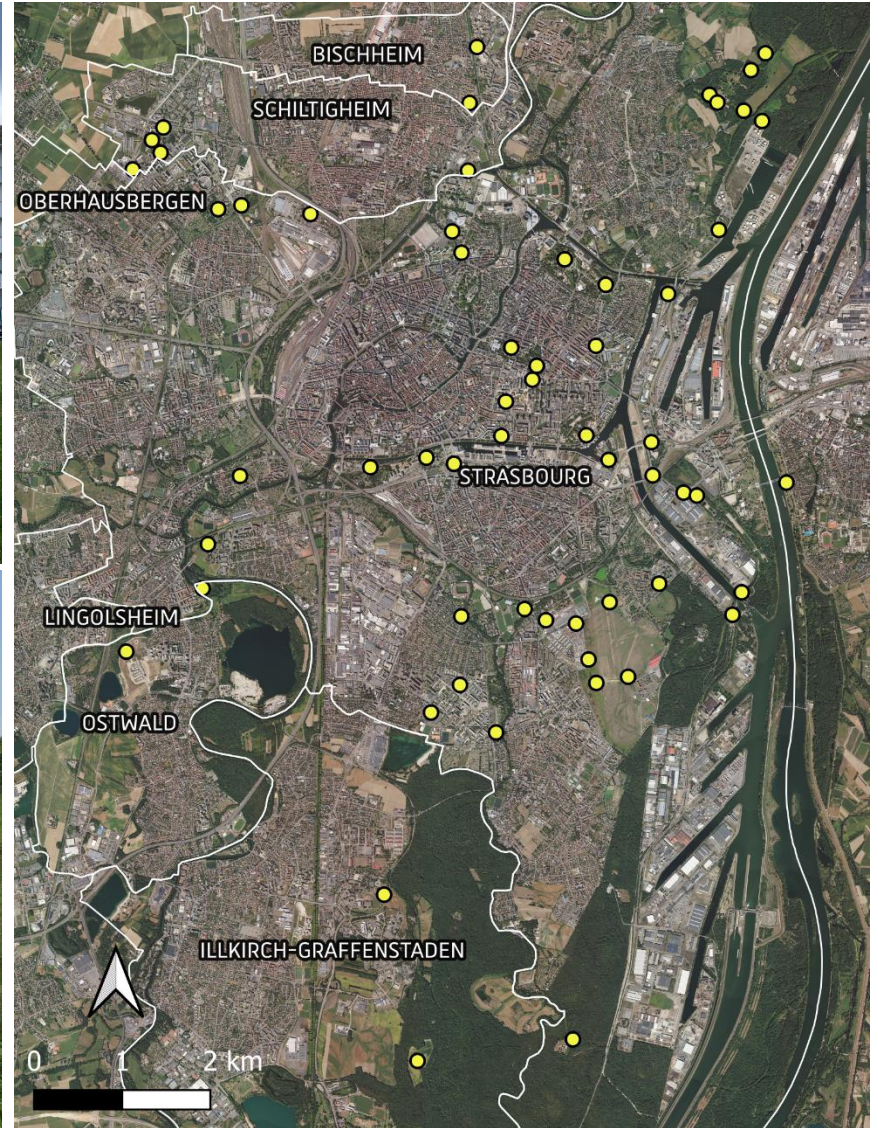
1. Analyse spatiale ou structurelle de l'urbanisation  
**Etude des caractéristiques bâties, naturelles, environnementales et humaines**
2. Approche taxonomique de la biodiversité  
**Associée à des approches phylogénétiques et fonctionnelles**
3. Description de patrons de réponse  
**Pour analyser les mécanismes sous-jacents**
4. **Apporter des clés de compréhension pour une meilleure prise en compte de la biodiversité dans la gestion et l'aménagement**

Quels sont les mécanismes d'adaptation des communautés et populations végétales à l'urbanisation?



# PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

60 sites herbacés mésophiles



# FACTEURS D'INFLUENCE MAJEURS



# FACTEURS D'INFLUENCE MAJEURS

Facteurs locaux

Facteurs paysagers (200m)

Quantité d'habitats naturels dans le voisinage

Fragmentation du paysage



## **composition**

Moyenne du NDVI (source Sentinel 2, 2019)

## **configuration**

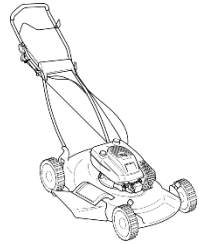
Agrégation du NDVI (source Sentinel 2, 2019)



# FACTEURS D'INFLUENCE MAJEURS

Facteurs locaux

Gestion humaine



**Nombre, type, période, export des fauches**

*Interview des gestionnaires 2021*

Facteurs paysagers (200m)

Démographie



**Densité humaine (nuit)**

*Nb d'habitants au km<sup>2</sup> (BD FILOSOFI INSEE 2015)*

Quantité d'habitats naturels dans le voisinage



Fragmentation du paysage



# FACTEURS D'INFLUENCE MAJEURS

Facteurs locaux

Conditions environnementales



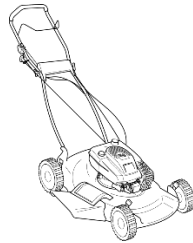
**Sol**

*Campagne de terrain et analyses  
laboratoire 2021 - 2022*

**climat local**

*Campagne de terrain 2022*

Gestion humaine



Facteurs paysagers (200m)

Démographie



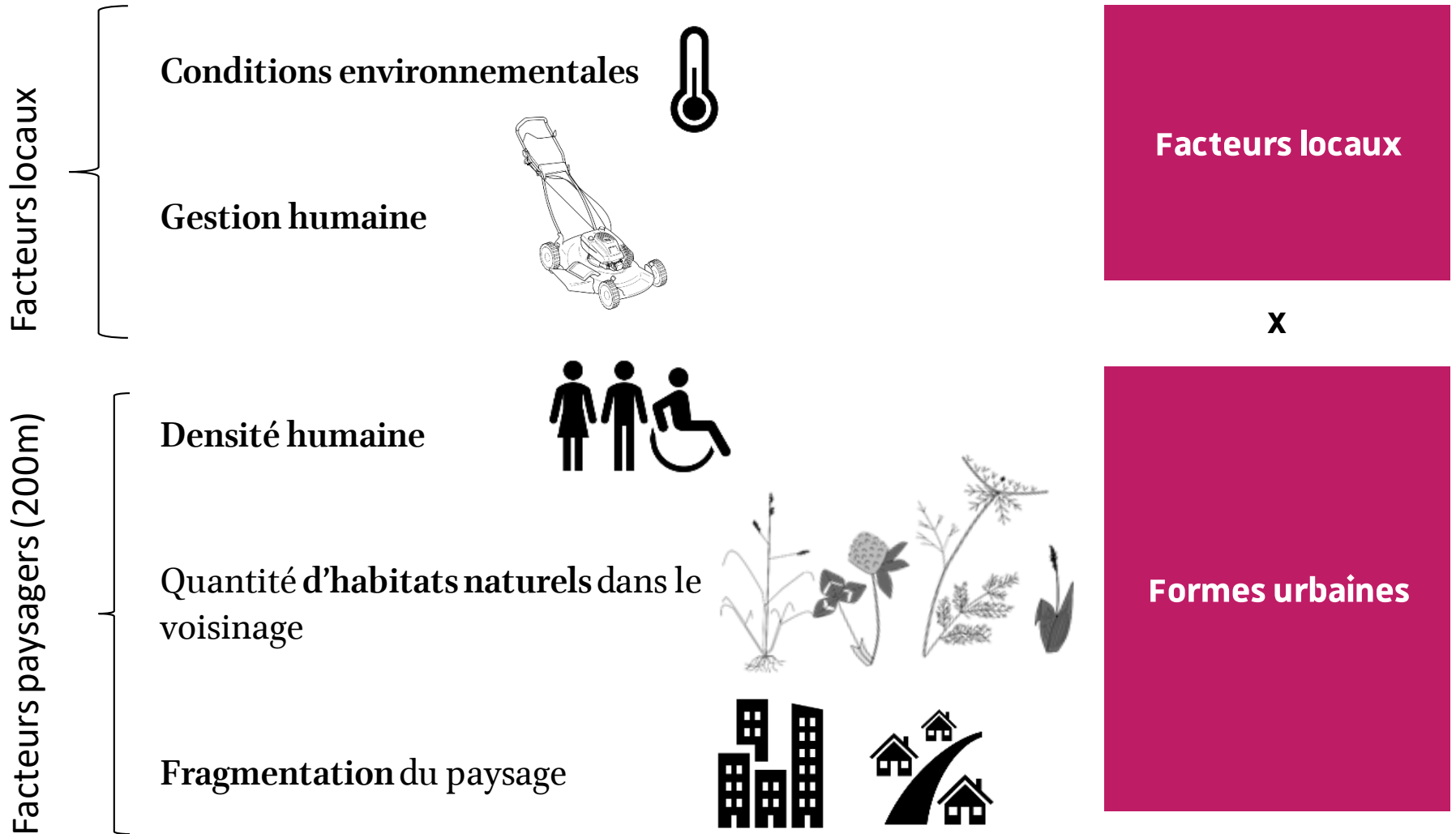
Quantité d'habitats naturels dans le voisinage



Fragmentation du paysage



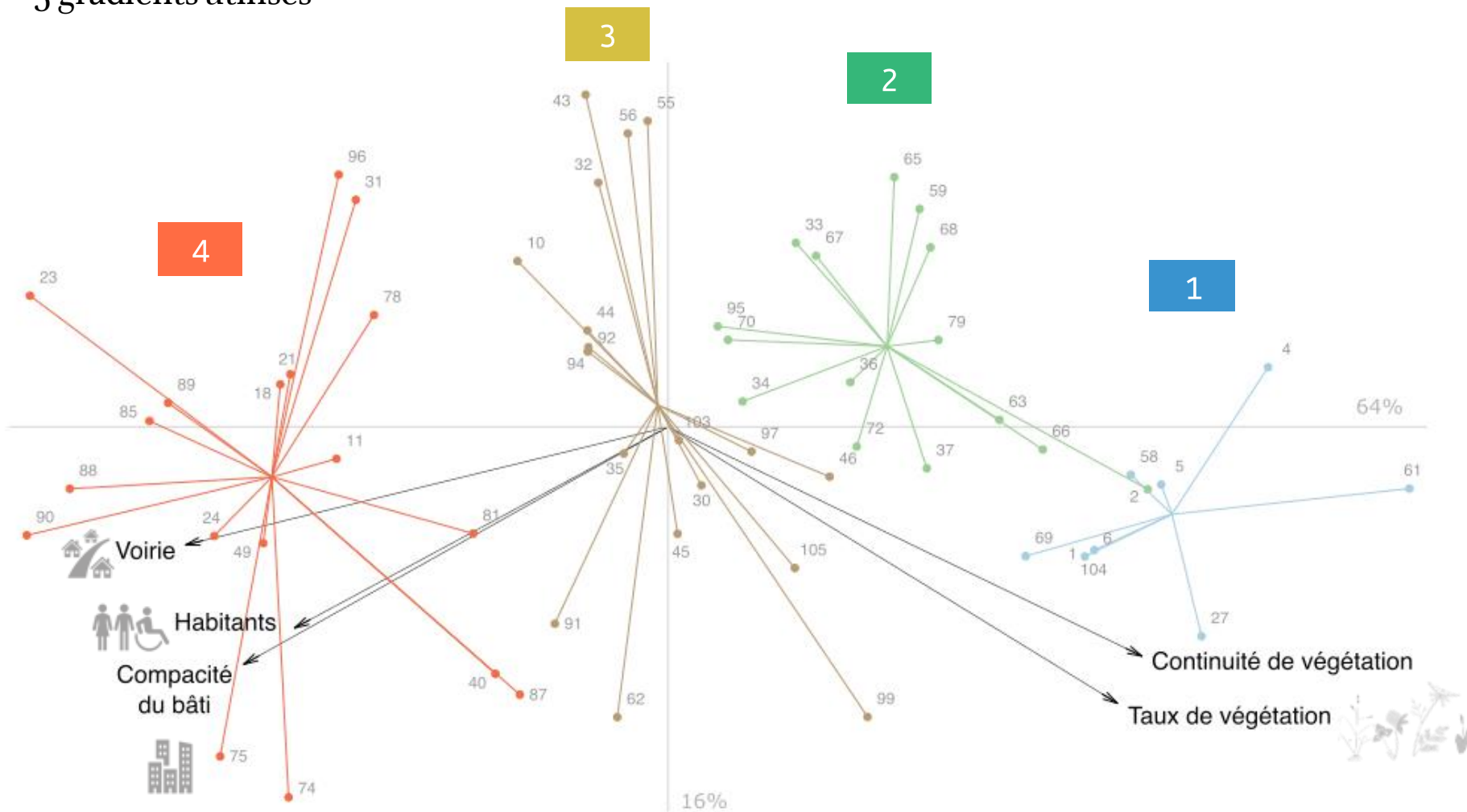
# FACTEURS D'INFLUENCE MAJEURS



**Objectif : Evaluer les effets indépendants de ces facteurs ainsi que leur combinaison et leurs interactions sur les plantes.**

# DÉFINITION DES FORMES URBAINES

5 gradients utilisés

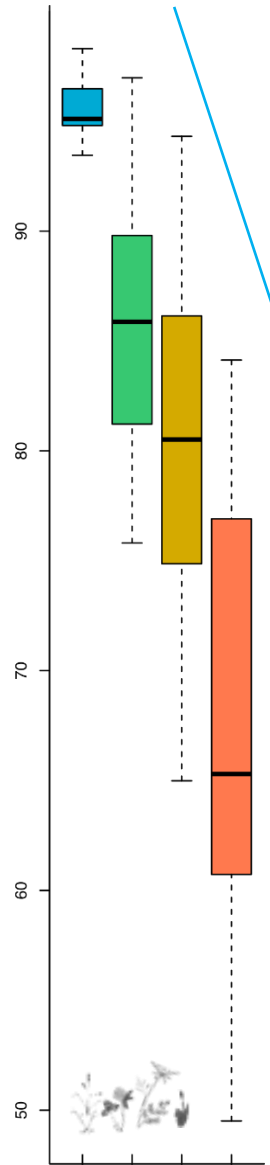
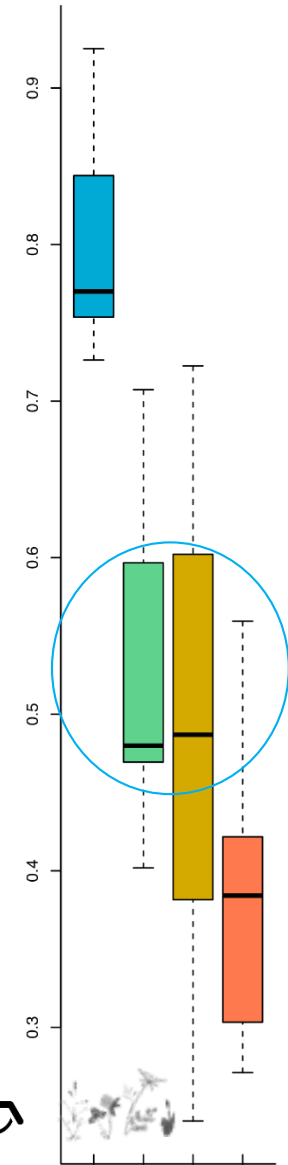
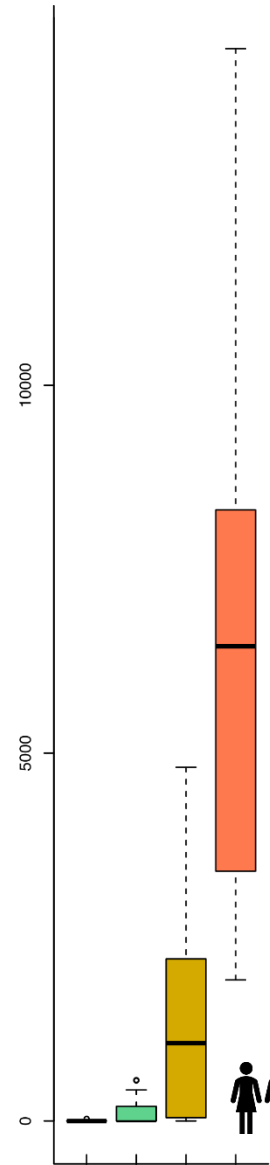
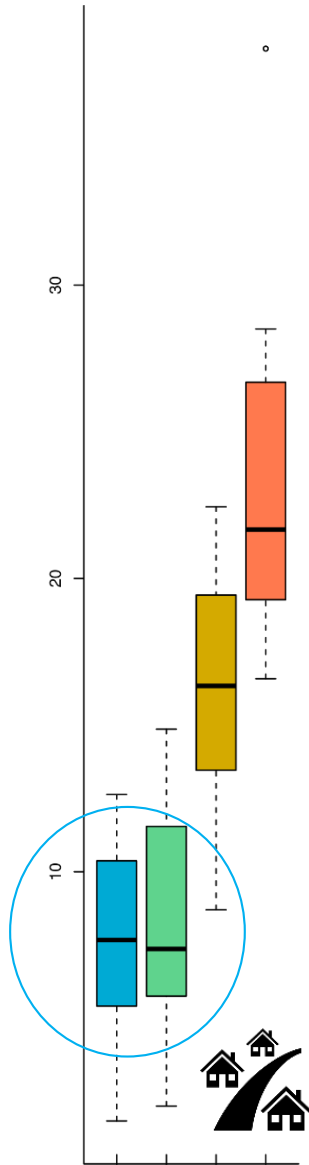
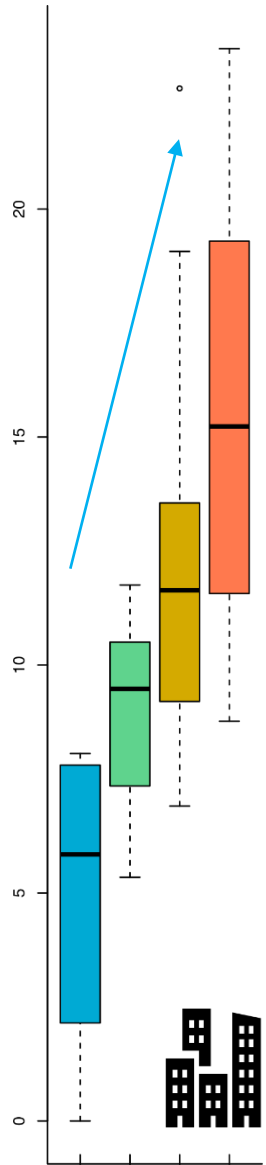


**4 formes urbaines identifiées**

# DÉFINITION DES FORMES URBAINES

5 gradients utilisés

- 1
- 2
- 3
- 4



Compacité du bâti

Voirie

Habitants

Taux de végétation

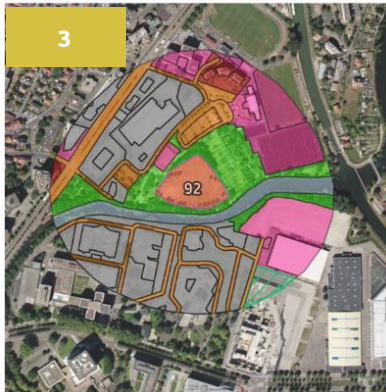
Continuite de végétation

# DÉFINITION DES FORMES URBAINES

## Interprétation



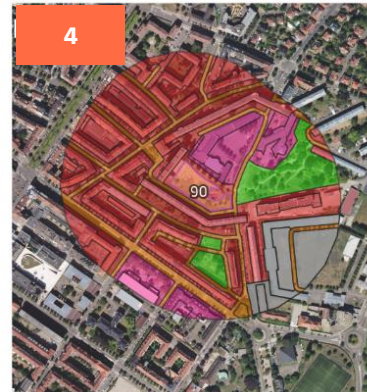
**Dominance d'espaces naturels continus**



**Urbain moyennement dense et moyennement fragmenté** : Dominance d'équipements, peu d'habitations, espaces de nature dédiés au public



**Urbain peu dense et peu fragmenté** : Dominance d'activités économiques, présence d'espaces verts d'entreprises ou friches peu dédiés au public



**Urbain très dense et très fragmenté** : Dominance de logements collectifs, présence d'équipements et espaces de nature dédiés au public rares et fragmentés

OCS 2019 Grand Est

■ Activités économiques

■ Autres zones agricoles

■ Cultures permanentes

■ Equipements et infrastructures collectives

■ Espaces en mutation

■ Espaces ouverts urbains

■ Espaces verts urbains

■ Forêts

■ Formations naturelles herbacées ou arbustives

■ Habitat

■ Infrastructures et superstructures des réseaux de transport

■ Milieux humides

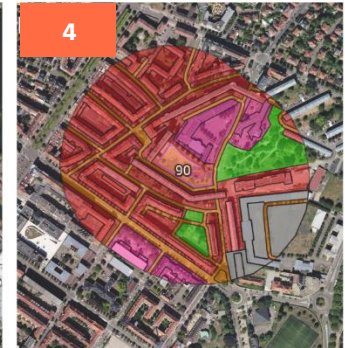
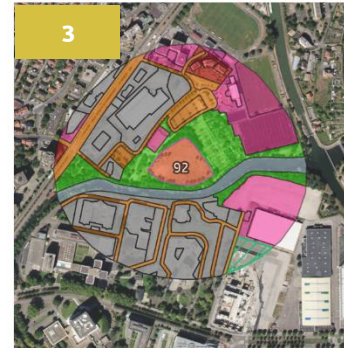
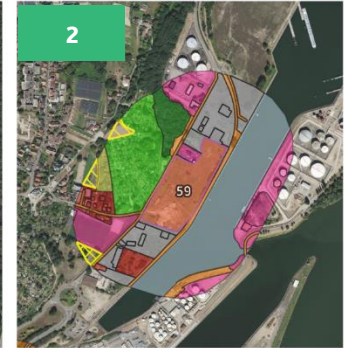
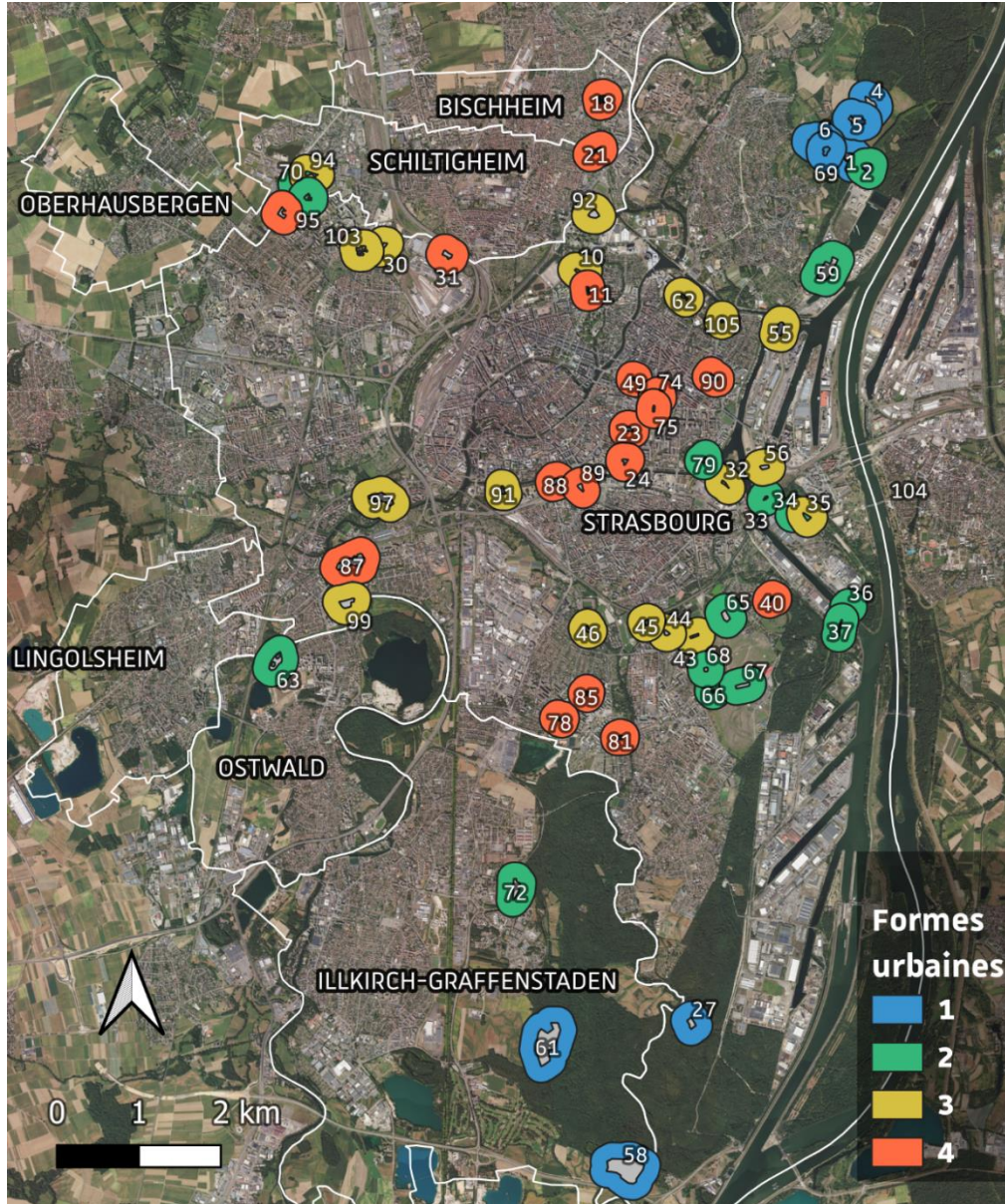
■ Surfaces en eau

■ Terres arables



# DÉFINITION DES FORMES URBAINES

## Répartition



# HYPOTHÈSE

Trois types de réponses attendues



**Accommodation**  
Plasticité phénotypique

# HYPOTHÈSE

Trois types de réponses attendues



**Accommodation**  
Plasticité phénotypique



**Adaptation**  
Génétiquement fixé

# HYPOTHÈSE

Trois types de réponses attendues



**Accommodation**  
Plasticité phénotypique



**Adaptation**  
Génétiquement fixé



**Extinction /  
Recomposition**





# HYPOTHÈSE

Trois types de réponses attendues



Accommodation  
Plasticité phénotypique



Adaptation  
Génétiquement fixé



Extinction /  
Recomposition

Populations

communautés

Objectif: évaluer les parts respectives de ces variations intra-spécifiques et inter-spécifiques dans la réponse aux formes urbaines et à la gestion locale.

## Adaptation

Génétiquement fixé



## Accommodation

Plasticité phénotypique



Comment démontrer une adaptation ?



## Adaptation

Génétiquement fixé



## Accommodation

Plasticité phénotypique



### Comment démontrer une adaptation ?

En jardinant...



- Transplantations croisées uni- ou bi-directionnelles



- Cultures en conditions identiques (en jardin)



Échelle population

# VARIABILITÉ INTRASPÉCIFIQUE



4 espèces  
60 Sites

*in situ*  
x 5 individus

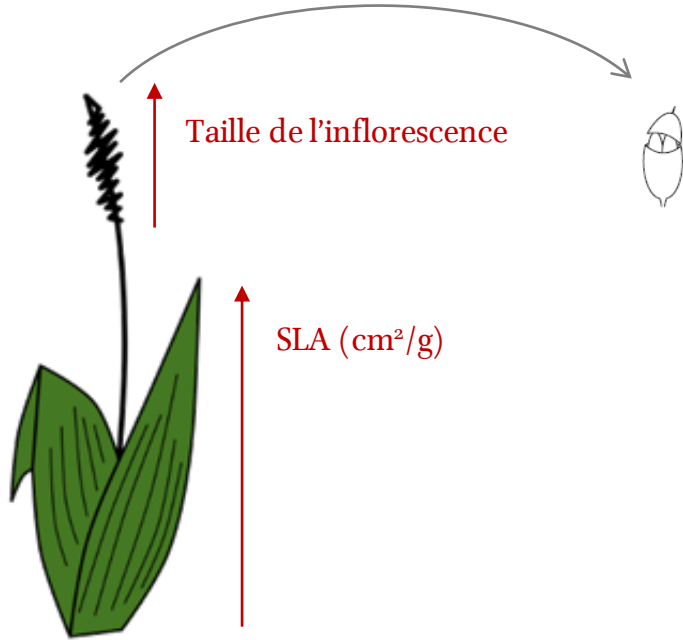
Hauteur

Taille de l'inflorescence

SLA (cm<sup>2</sup>/g)

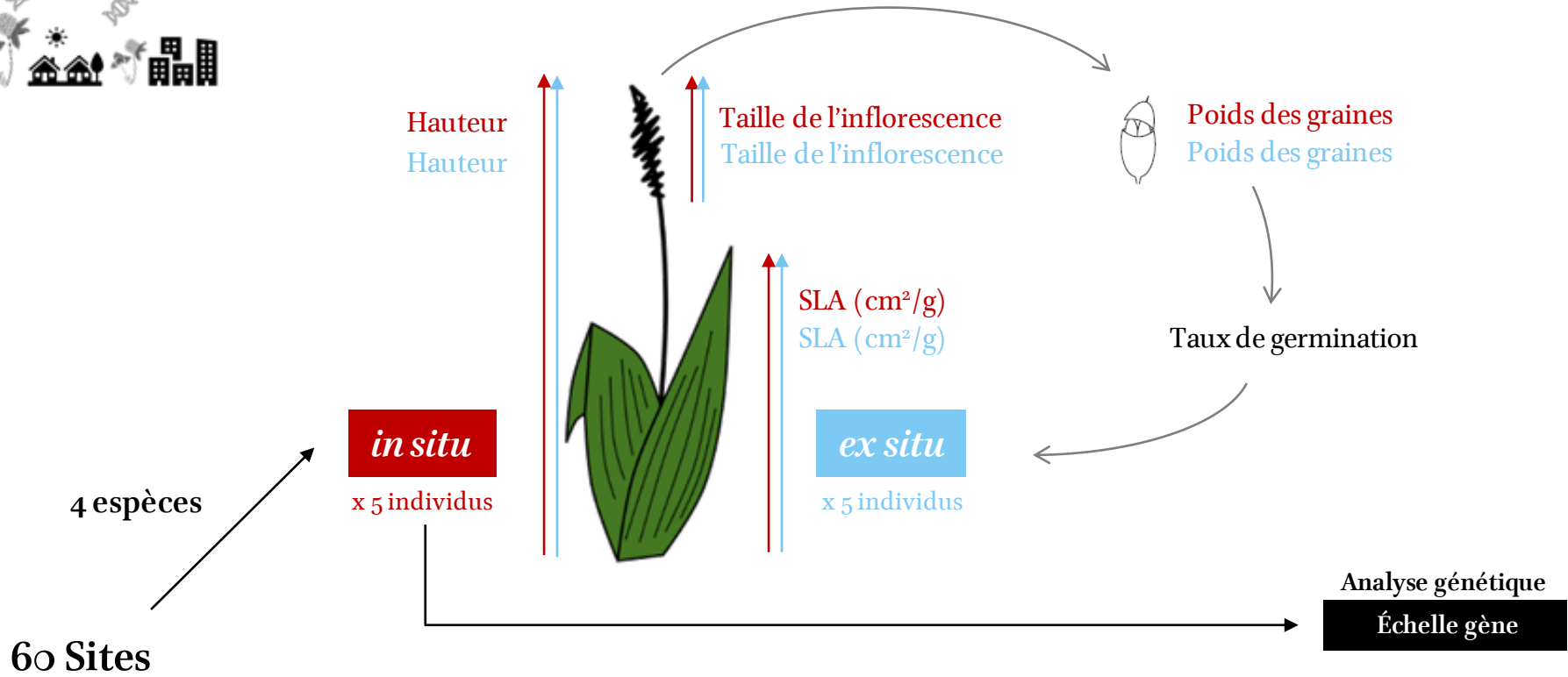
Poids des graines

Analyse génétique  
Échelle gène



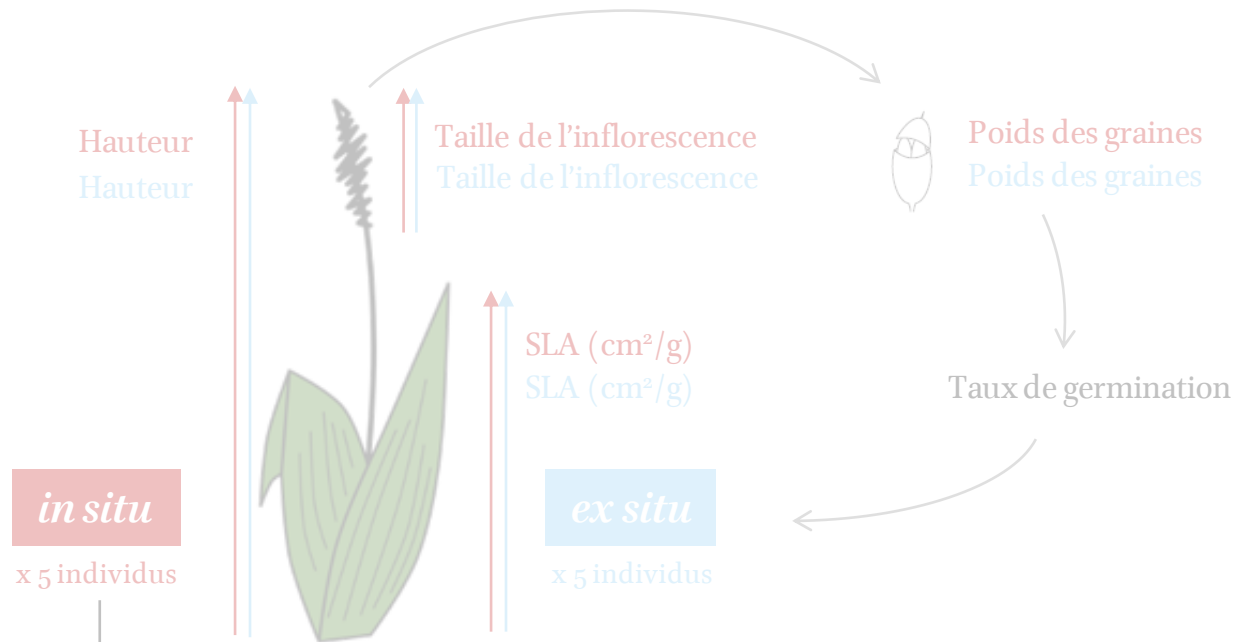
Échelle population

# VARIABILITÉ INTRASPÉCIFIQUE



Échelle population

# VARIABILITÉ INTRASPÉCIFIQUE



4 espèces

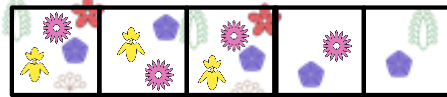
*in situ*  
x 5 individus

*ex situ*  
x 5 individus

Analyse génétique  
Échelle gène

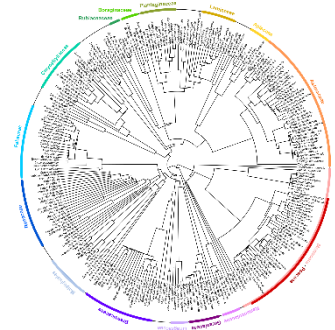
60 Sites

Toutes les communautés



x 3 réplicats

Approches  
taxonomique,  
Phylogénétique  
et fonctionnelle



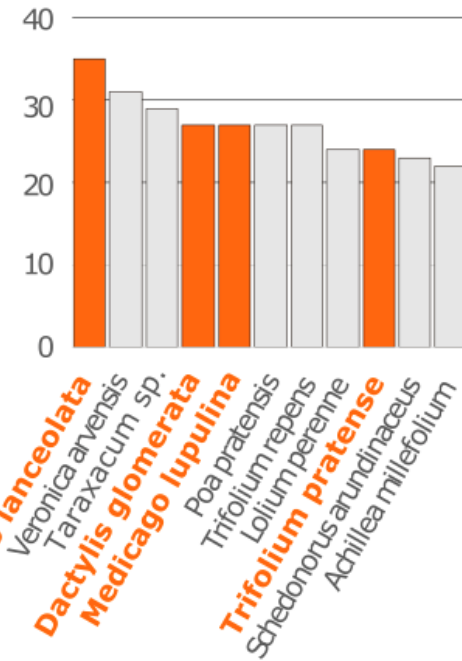
Échelle communauté

# VARIABILITÉ INTERSPÉCIFIQUE

- Dans le Top 10 des fréquences dans les 60 sites
- Non-horticoles
- Phénologies proches
- Taxonomie, ploïdie, espèce « stables »



Fréquences sur 60 sites



Sous-sélection pour  
Analyse génétique ?


Échelle gène

# Résultats préliminaires



# VARIABILITÉ INTRASPÉCIFIQUE *IN SITU*

## Exemple du Plantain lancéolé

 PLANTAGO LANCEOLATA			TRAITS FONCTIONNELS			
			Surface spécifique foliaire	Hauteur	Inflorescence	Poids des graines
Effets indépendants	Conditions locales	Intensité de gestion	***	**		
		Surface			.	
	Bâti	Compacité		.		
		Densité de routes				
	Humains	Densité humaine				
	Végétation	Composition		.	.	*
		Agrégation			*	
Effet de la <b>combinaison</b> : Forme urbaine						
Effet de l' <b>interaction</b> Gestion x Forme						

**Effet de la gestion locale sur la phase végétative**

**Effet des facteurs paysagers sur la phase reproductive**



Influence positive



Influence négative

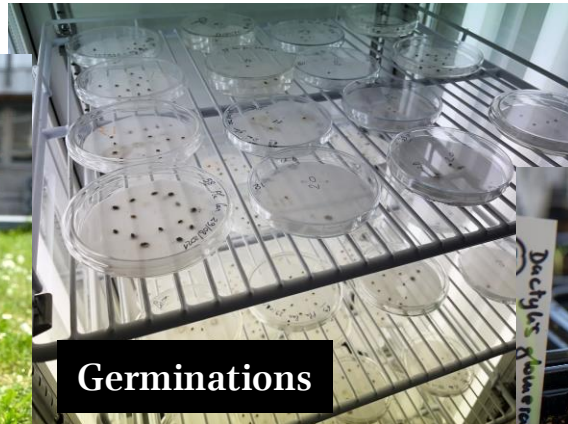
# VARIABILITÉ INTRASPÉCIFIQUE *EX SITU*

2021 : Etude pilote ; 150 récoltes de graines pour les quatre espèces

2022 : Etude en cours ; + 800 individus en pots prévus



Exclos



Germinations



Plants



Pots



# VARIABILITÉ INTERSPECIFIQUE

## échelle communauté

Informations issues de bases de données pré-existantes réunies dans le package TR8 (R)

			DIVERSITE		PERFORMANCE				TRAITS FONCTIONNELS			
			Richesse taxonomique	Diversité phylogénétique	Nitrophilie	Humidité	Lumière	pH	Prop annuelles	Hauteur	Durée de floraison	Prop entomophilie
Effets indépendants	Conditions locales	Intensité de gestion	?									
		Surface										
	Bâti	Compacité										
		Densité de routes										
	Humains	Densité humaine										
	Végétation	Composition										
		Agrégation										
Effet de la <b>combinaison</b> : Forme			?									
Effet de l' <b>interaction</b> Gestion x Forme												

Williams *et al.* 2015 Urbanisation, plant traits and the composition of urban floras. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*.

# VARIABILITÉ INTERSPECIFIQUE

			DIVERSITE	
			Richesse taxonomique	Diversité phylogénétique
Effets indépendants	Conditions locales	Intensité de gestion	**	***
		Surface		
	Bâti	Compacité	.	*
		Densité de routes		
	Humains	Densité humaine	.	
	Végétation	Composition		
		Agrégation		
Effet de la <b>combinaison</b> : Forme			***	***
Effet de l' <b>interaction</b> Gestion x Forme				



effet positif



effet de la forme



effet négatif

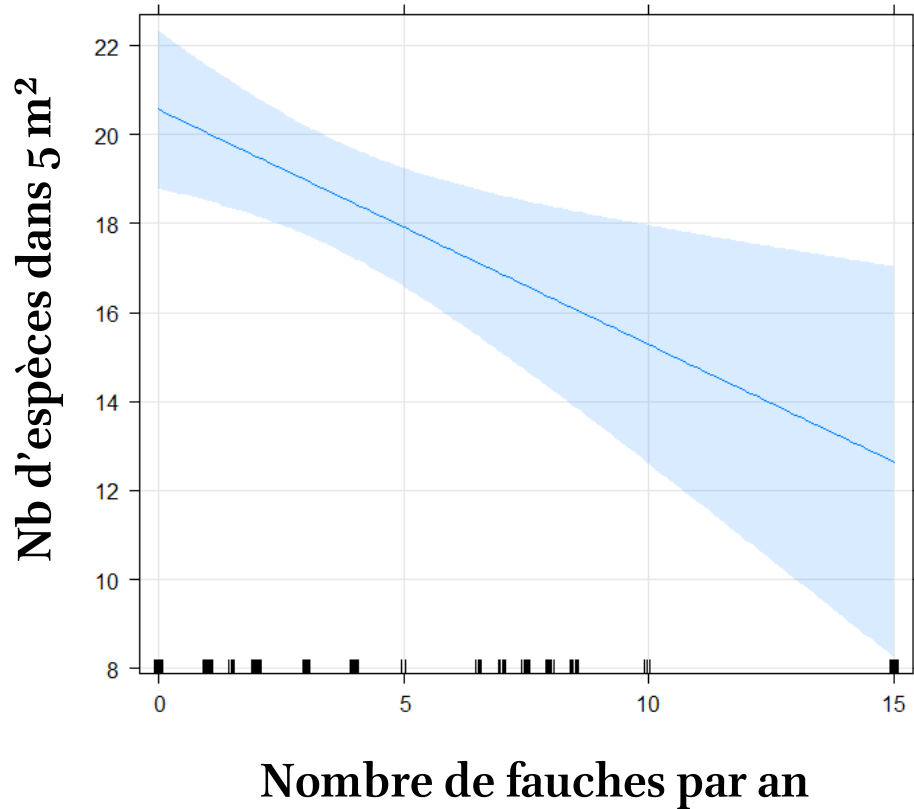


effet de l'interaction

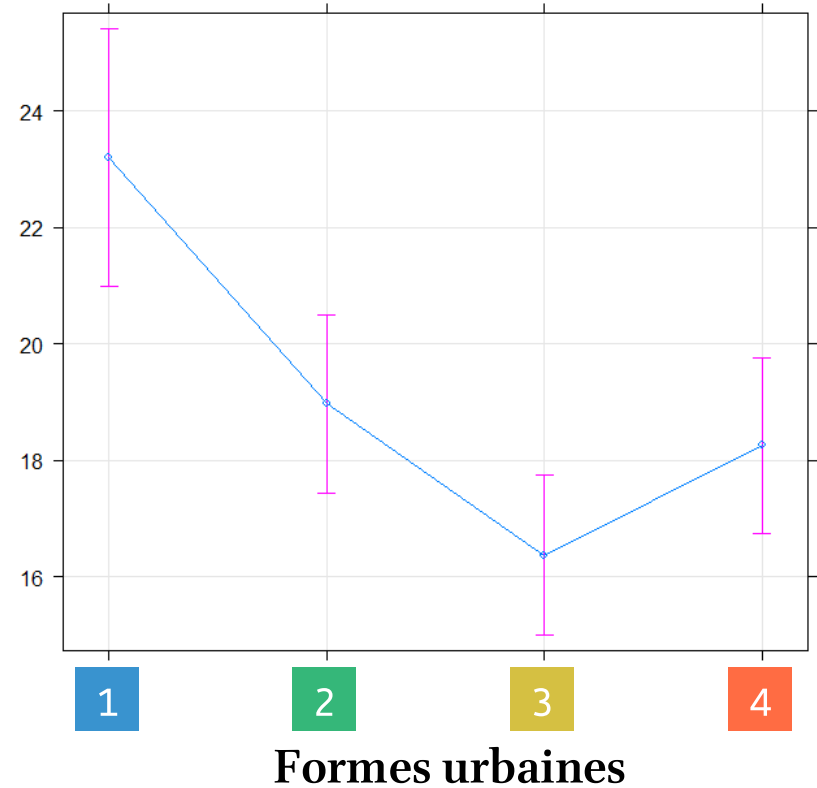
**Effet marqué de la gestion locale sur les diversités spécifiques et phylogénétiques. Peu d'influence des gradients paysagers mais influence de leur combinaison.**

# VARIABILITÉ INTERSPECIFIQUE

## Effet sur la diversité spécifique



**Richesse diminuée de 40% en passant de 0 à 15 fauches**







**Richesse diminuée de 25% entre les formes 1 et 3**

# VARIABILITÉ INTERSPECIFIQUE

			PERFORMANCE			
			Nitrophilie	Humidité	Lumière	pH
Effets indépendants	Conditions locales	Intensité de gestion				.
		Surface				.
	Bâti	Compacité				
		Densité de routes		*	***	
	Humains	Densité humaine	*			
	Végétation	Composition	*	**	.	
		Agrégation				
	Effet de la <b>combinaison</b> : Forme urbaine			***	***	
Effet de l' <b>interaction</b> Gestion x Forme					*	*

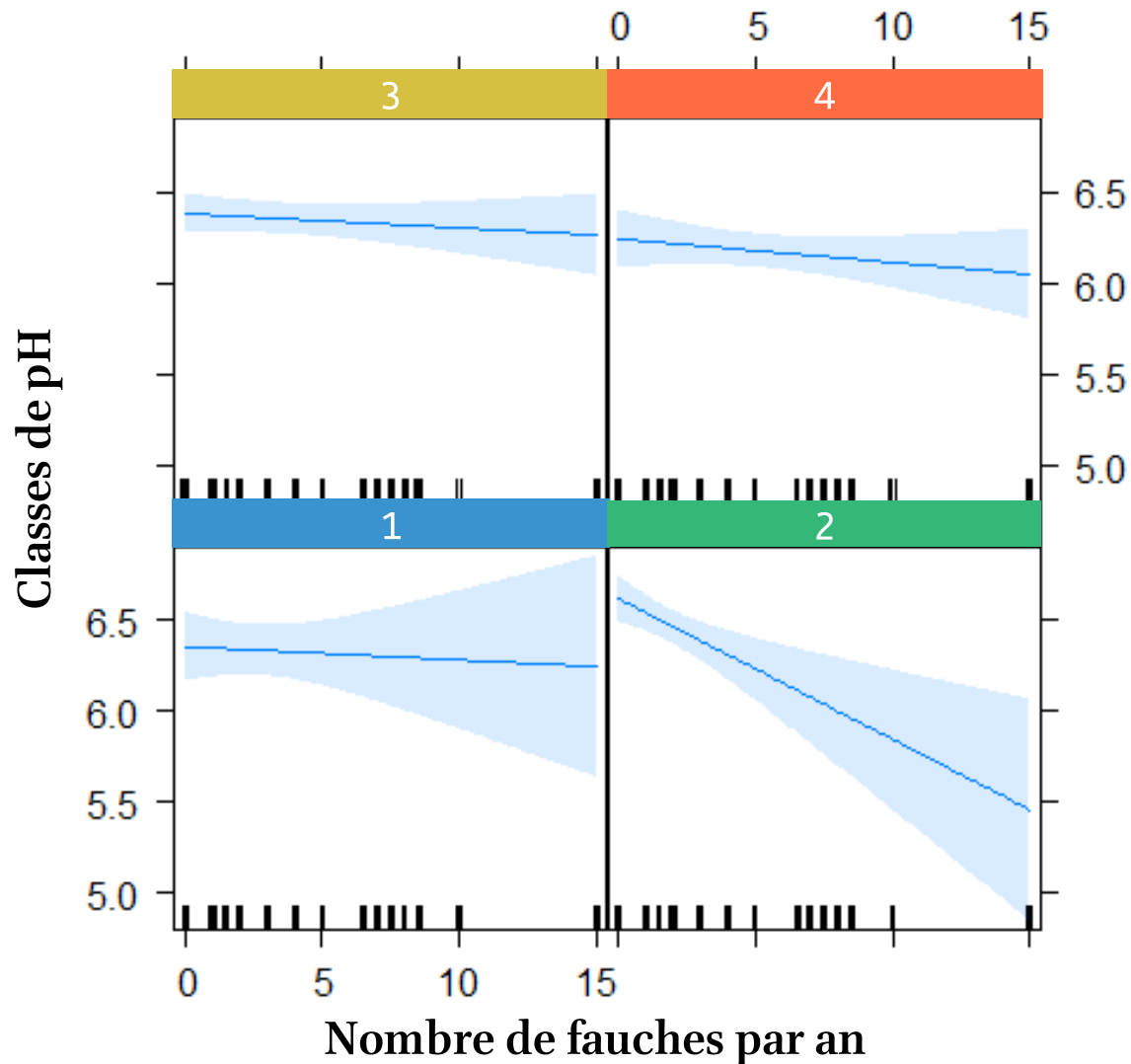
La gestion locale n'a pas d'influence sur les performances des espèces tandis que **les 3 composantes du paysage vont sélectionner des espèces aux écologies différentes** pour leur tolérance à l'azote, l'humidité et la lumière. Effet de l'interaction gestion x forme

	effet positif		effet de la forme
	effet négatif		effet de l'interaction



# VARIABILITÉ INTERSPECIFIQUE

Effet sur la tolérance au pH







**Des espèces tolérants  
des pH plus acides dans  
les zones fortement  
tondues des formes 2**

# VARIABILITÉ INTERSPECIFIQUE

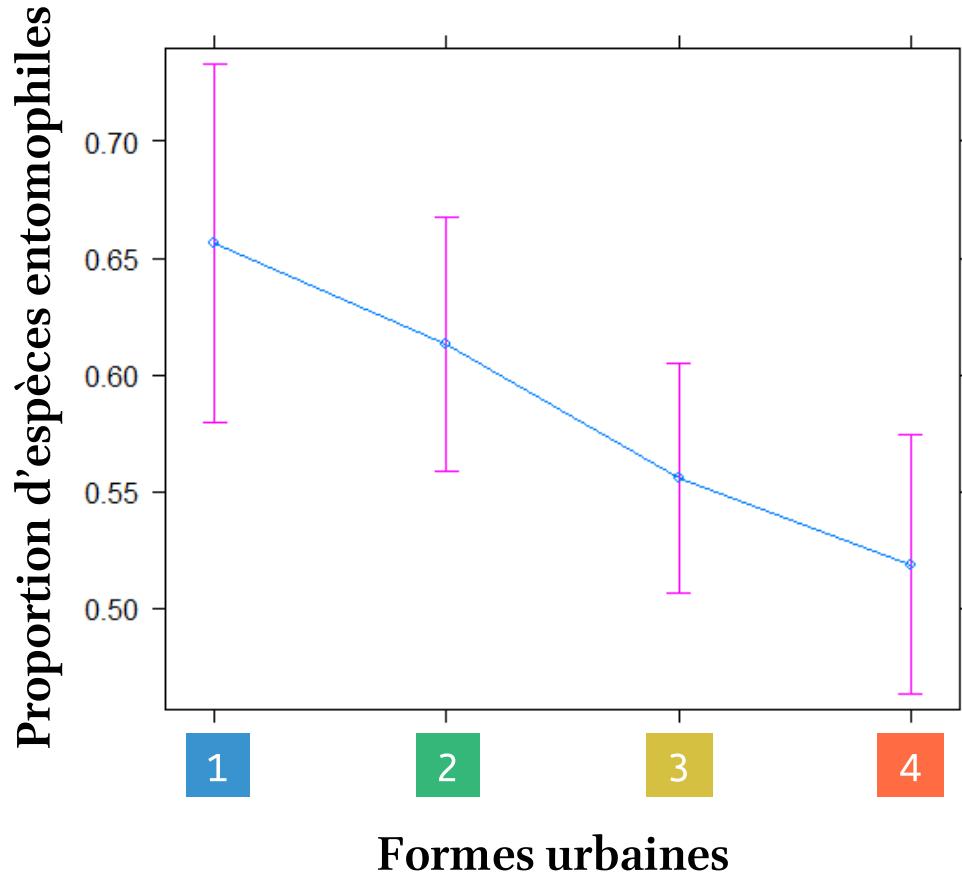
			TRAITS FONCTIONNELS			
			Durée de floraison	Prop entomophilie	Prop annuelles	Hauteur
Effets indépendants	Conditions locales	Intensité de gestion	***		*	**
		Surface	.		.	.
	Bâti	Compacité	***			*
		Densité de routes				
	Humains	Densité humaine	***	**		***
	Végétation	Composition	***		*	
		Agrégation				*
	Effet de la <b>combinaison</b> : Forme urbaine				*	
Effet de l' <b>interaction</b> Gestion x Forme			**			

**La gestion locale, les gradients paysagers, leur combinaison et leurs interactions influencent les assemblages fonctionnels des communautés.**

-  effet positif
-  effet de la forme
-  effet négatif
-  effet de l'interaction

# VARIABILITÉ INTERSPECIFIQUE

Effet sur la proportion d'espèces entomophiles



**Une chute de 20% des espèces entomophiles entre les formes 1 et 4**

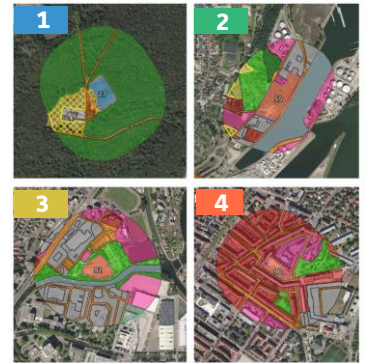
# EN RÉSUMÉ



Échelle  
communauté



Extinction / recomposition



# EN RÉSUMÉ



Échelle  
communauté



Extinction / recomposition



Échelle  
population

*Ex situ / In situ*



Accommodation ou adaptation



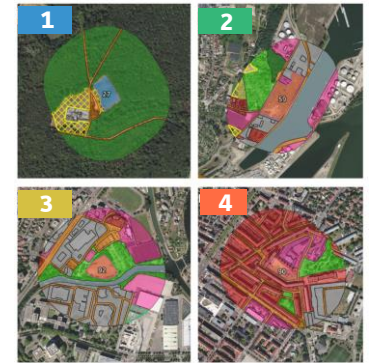
# EN RÉSUMÉ



Échelle  
communauté



Extinction / recomposition

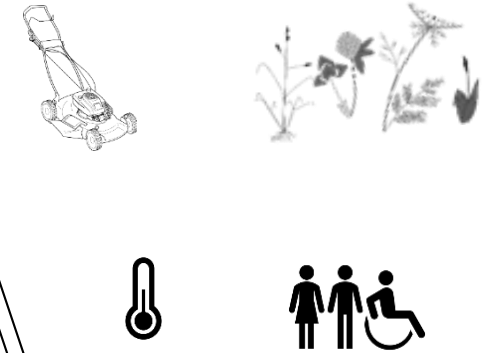


Échelle  
population

*Ex situ / In situ*



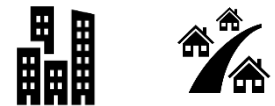
Accommodation ou adaptation



Échelle  
gène



Diversité et brassage génétique



# MERCI POUR VOTRE ATTENTION

## COMMUNICATIONS & OUVERTURES



Revue *In Situ*  
de la Zone Atelier  
Environnementale Urbaine



Bilan locaux 2020  
des sites EvolVille  
A la demande

Vidéos du Laboratoire  
Image Ville Environnement  
<https://vimeo.com/464378581>



Perceptions artistiques : IN SITU LAB (DSAA)  
Nicolas COUTURIER & Cécilia GURISIK

